

ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOLDING DI BAGIAN PRODUKSI PT. DIAN MEGAH INDO PERKASA MENGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DAN *FAULT TREE ANALYSIS*

Haidar, Gabriel Sianturi

Program Studi Teknik Industri

Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) Bandung

ABSTRAK

Salah satu faktor terpenting dalam proses produksi adalah kinerja mesin. Mesin merupakan alat utama dalam pembuatan produk, apabila salah satu mesin mengalami kerusakan ataupun penurunan performansi maka target produksi tidak akan tercapai.

Metode overall equipment effectiveness merupakan metode yang digunakan untuk menghitung efektivitas suatu mesin, dimana availability, performance dan quality menjadi komponen terpenting dalam metode ini. Selain itu untuk dapat melihat nilai kerugian yang dialami oleh perusahaan maka diperlukanlah perhitungan metode Six Big Losses. Selanjutnya nilai efektivitas dan nilai Six Big Losses tersebut akan dianalisis menggunakan metode Fault Tree Analysis.

Mesin injection molding merupakan mesin yang memproduksi produk dari plastik, namun mesin ini belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini dapat diketahui dari rendahnya nilai overall equipment effectiveness (OEE) yang telah dihitung yaitu sebesar 70,83% untuk periode Januari 2018, 74,25% untuk periode Februari 2018 dan 78,66% untuk periode Maret 2018. Nilai ini masih jauh dari target nilai ideal OEE yang telah ditetapkan oleh Seiichi Nakajima yaitu diatas 85%. Akar penyebab dari rendahnya nilai OEE tersebut adalah karena tingginya nilai six big losses yang telah dihitung.

Faktor yang menyebabkan rendahnya nilai efektivitas dan tingginya nilai Six Big Losses diantara lain yaitu breakdown pada mesin, penurunan kecepatan produksi, gangguan pada molding dan masih terdapat produk-produk yang tidak sesuai standar yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis yang telah dilakukan maka terdapat beberapa perbaikan yang dibutuhkan PT Dian Megah Indo Perkasa. Usulan perbaikan yang direkomendasikan meliputi eliminasi six big losses, pemberian seminar pelatihan pada seluruh operator mesin injection molding dan pembuatan standar operasional prosedur (SOP) guna meningkatkan nilai overall equipment effectiveness (OEE)

Keyword: Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, Fault Tree Analysis (FTA)

1 Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang ada selalu berbanding lurus dengan tingkat kebutuhannya. Dengan meningkatnya jumlah penduduk maka jumlah kebutuhan pun akan ikut meningkat, hal ini membuat proses produksi menjadi sangat penting dalam jalannya perusahaan baik itu skala besar, kecil ataupun menengah. Proses produksi harus bekerja secara optimal agar kebutuhan konsumen dapat terpenuhi. Memenuhi kebutuhan konsumen merupakan suatu kewajiban bagi perusahaan jika perusahaan ingin terus berkembang dan mampu bersaing secara global.

Salah satu faktor terpenting dalam proses produksi adalah kinerja mesin. Mesin merupakan alat utama dalam pembuatan produk. Kinerja mesin yang baik didapatkan dari perawatan mesin yang baik pula, begitupun sebaliknya. Tindakan perawatan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya breakdown sehingga proses produksi dapat terus berjalan. Pada umumnya suatu mesin mempunyai umur pakai yang berbeda beda dan seiring berjalannya waktu performa mesin pun akan semakin turun dan berdampak pada produk yang dihasilkannya. Produk yang dihasilkan oleh mesin yang mengalami penurunan performa tidak akan sesuai harapan dan kualitasnya pun akan menurun. Masalah ini sering terjadi pada industri skala kecil, menengah bahkan skala besar.

PT. Dian Megah Indo Perkasa merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi plastik. Perusahaan ini telah berdiri sejak 6 November tahun 2002 dan terletak di Jl. Abdul Halim No.30, Cigugur Tengah, Cimahi Tengah, Jawa Barat, 40522. Setelah melakukan pengamatan pada lantai produksi, terdapat masalah yaitu pada kesediaan mesin yang seringkali mengalami breakdown, gangguan pada molding yang digunakan dan masih terdapat produk yang reject dalam proses produksi. Di PT Dian Megah Indo Perkasa terdapat 28 mesin Injection Molding, jika salah satu mesin mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhambat.

Permasalahan yang ada di PT Dian Megah Indo Perkasa dapat dicegah dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Metode ini berkaitan dengan efektivitas mesin yang meliputi availability, performance, dan quality. Metode ini merupakan metode yang berguna untuk menghitung tingkat efektivitas suatu mesin serta dapat mengurangi enam kerugian besar (Six Big Losses) yang menyebabkan rendahnya nilai efektivitas atau kinerja mesin. Nilai yang diperoleh dari OEE dan Six Big Losses kemudian akan dianalisis menggunakan metode Fault Tree Analysis guna mengetahui akar penyebab masalah, serta untuk memberikan usulan atau rekomendasi perbaikan kepada perusahaan berupa Standar Operasional Prosedur (SOP).

2 Studi Literatur

Menurut Borris tahun 2006[1] Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan pengukuran total pada performance dan juga availability dari kualitas serta produktivitas. Pengukuran pada OEE dapat menunjukkan kinerja suatu perusahaan yaitu seberapa baik penggunaan sumber daya yang ada termasuk pekerja, peralatan dan kemampuan untuk dapat memuaskan pelanggan dalam hal ketepatan spesifikasi dan kualitas yang sesuai menurut pelanggan. Jika diberitahu

bahwa keefektifan peralatan di Plant X lebih dari 85%, dapat diasumsikan bahwa peralatan tersebut dioperasikan secara efektif dan efisien. Tapi metode perhitungan apa yang menjadi dasar kalkulasi? Banyak perusahaan yang menggunakan istilah “tingkat keefektifan peralatan”, akan tetapi metode perhitungannya sangat bervariasi.

2.1 Availability

Availability merupakan waktu keadaan suatu peralatan dalam artian kesiapan mesin untuk membuat suatu produk yang berkualitas. *Availability ratio* yang digunakan adalah untuk menentukan nilai OEE dengan cara memperhatikan total waktu keseluruhan dari kerusakan yang disebabkan dari *unscheduled downtime*, *set-up and adjustment*, dan kerusakan yang tidak diprediksi lainnya.

Menurut Nakajima tahun 1988[2], beberapa factor utama dari *availability* adalah *loading time* dan *operation time*. *Loading time* merupakan total waktu produksi dalam sehari yang belum dipengaruhi oleh *downtime*.

$$Availability = \frac{(loading\ time - downtime)}{loading\ time} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keputusan manajemen akan sangat diperlukan untuk mendefinisikan apa yang diterima sebagai *downtime* dan untuk mengontrol *loading time*. Dunia industri sendiri memiliki standar untuk menentukan berapa *availability* yang harus dicapai, yaitu minimal 85%. Pada point tertentu diperlukan pengetahuan untuk melakukan pengujian untuk melakukan tes, pemeriksaan, pergantian agar bisa memastikan berapa *downtime* yang terjadi.

2.2 Performance

Menurut Borris tahun 2016[1], *performance* adalah suatu rasio yang menjelaskan tentang kemampuan dan kinerja dari peralatan atau mesin yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Dua faktor utama dari rasio ini adalah *number of units manufactured* dan *possible number of units*. Untuk menentukan nilai *performance* meliputi *number of units manufactured* dan *possible number of units*. Satuan yang digunakan untuk *number of units manufactured* (Rata-rata Produksi) dan *possible number of units* (Target Produksi) pada penelitian ini adalah unit

$$Performance = \left(\frac{(number\ of\ units\ manufactured)}{possible\ number\ of\ units} \times 100\% \right) \dots \dots \dots (2)$$

2.3 Quality

Quality adalah suatu rasio pengukuran tingkat kualitas dari kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk. *Quality* biasa digunakan untuk melihat apakah produk telah sesuai dengan standar yang ditetapkan ataukah belum, dalam artian produk harus sempurna dan siap untuk dijual. *Quality* meliputi kegagalan pada tahap produksi biasanya pada mesin khusus atau garis produksi.

Processed amount adalah hasil dari proses produksi yang berlangsung. Kalkulasi *Quality* diidentifikasi dari kegagalan kualitas, jumlah produk cacat untuk kegagalan kualitas selama proses produksi. Menurut Nakajima tahun 1988[2], bahwa standar dari *quality* adalah 99%. Hal ini merupakan suatu cacatan penting untuk produk yang adakan diproduksi. Pengumpulan data secara efektif dianggap sebagai kunci untuk memperbaiki pengukuran kualitas.

OEE merupakan tingkat keefektifan fasilitas atau mesin secara keseluruhan yang didapatkan dengan cara menghitung nilai dari *availability*, *performance* dan *rate of quality product*. OEE merupakan metode yang sangat penting dalam menilai kinerja atau keefektifan suatu sistem, baik dari segi sumber daya manusia ataupun peralatan dan mesin. Dalam hal ini terdapat beberapa aturan dan faktor yang akan mempengaruhi nilai OEE dan yang nantinya akan dianalisis.

$$Quality = \frac{(number\ of\ units\ produced - number\ of\ defects)}{number\ of\ units\ produced} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Diambil dari buku karangan Nakajima tahun 1988[2], bahwa Japan Institute of Plant Maintenance pernah menerima penghargaan sebagai promotor kunci atau induk dari TPM melalui *PM Price*, dan berikut merupakan kondisi ideal dari OEE :

- *Availability* > 90%
- *Performance Efficiency* > 95%
- *Rate Quality Product* > 99%

Berdasarkan ketiga faktor utama diatas maka untuk melakukan perhitungan nilai presentase dari *Overall Equipment Effectiveness* yaitu:

$$OEE = Availability (\%) \times Performance (\%) \times Quality (\%) \dots \dots \dots (4)$$

2.4 Six Big Losses

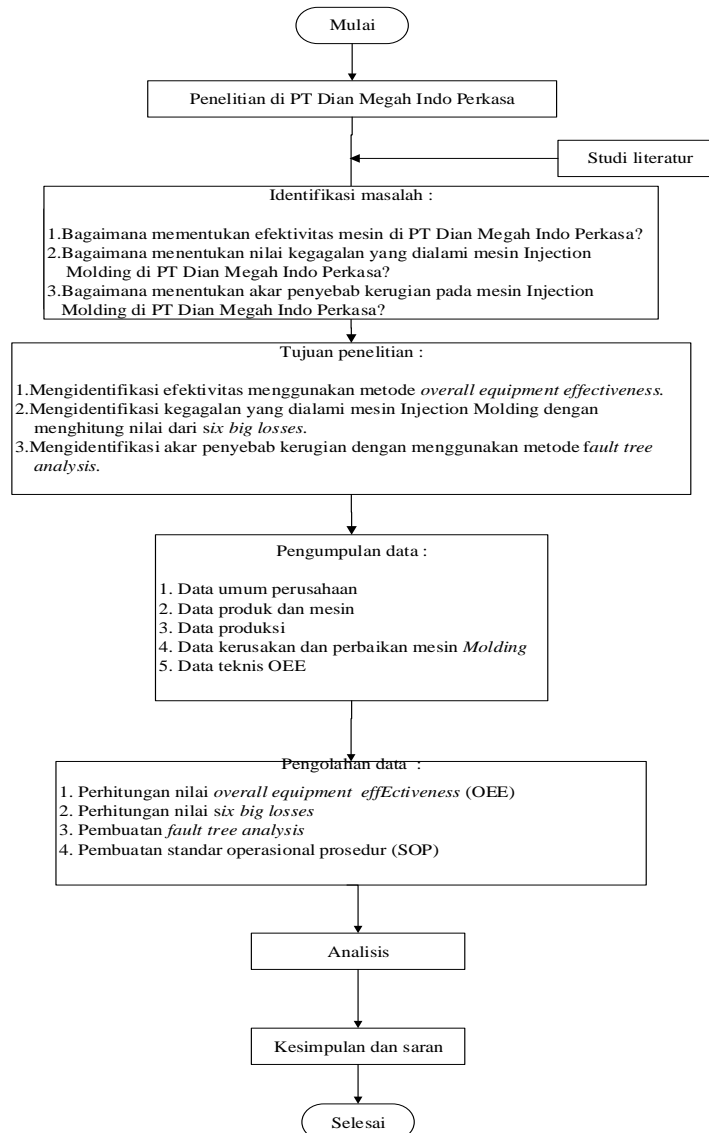
Berdasarkan pernyataan dari Nakajima tahun 1988 bahwa terdapat enam kerugian besar yang menjadi penyebab dari rendahnya kinerja mesin atau peralatan. Enam kerugian besar itu sering juga disebut dengan Six Big Losses dan terdiri dari:

- Breakdown Losses
- Setup or Adjustment Losses
- Idle and Minor Stoppage Losses
- Reduced Speed Losses
- Defect in Process/Rework Losses
- Reduced Yield/Scrap Losses

Untuk dapat mengetahui penyebab dari rendahnya nilai OEE, maka haruslah dipahami macam-macam kerugian peralatan yang ada. Berdasarkan pernyataan Nakajima tahun 1988 pada buku *total productive maintenance* terdapat 6 kerugian peralatan atau mesin yang menjadi penyebab rendahnya kinerja dari peralatan atau mesin.

3 Metodologi Penelitian

Berikut adalah gambar 3.1 merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian:



Gambar 3.1. Flow Chart Metodologi Penelitian

4 Pembahasan

4.1 Data Umum Perusahaan

PT Dian Megah Indo Perkasa lahir pada tanggal 6 November 2002 menindaklanjuti perkembangan Twin Tulipware yang progresif. Sepanjang tahun 2002-2003, Twin Tulipware mengalami restrukturisasi besar-besaran dalam bidang manajemen dan pemasaran. Dalam bidang produksi, era ini ditandai dengan investasi berupa pendirian pabrik dengan kelengkapan yang mampu melahirkan produk-produk berkualitas tinggi. Inovasi dalam desain produk dan warna dirancang secara profesional oleh Rumah Produksi Twin Tulipware. Pengadaan mesin pembuatan "*mould*" (cetakan) semakin mempermudah dan memperkaya produksi Twin Tulipware sehingga rancangan-rancangan produk yang baru dalam hal fungsional dan ergonomis berhasil diciptakan oleh Rumah Produksi Twin Tulipware. PT Dian Megah Indo Perkasa terletak

di Jl. Abdul Halim No.30, Cigugur Tengah, Cimahi Tengah, Jawa Barat, 40522. PT Dian Megah Indo Perkasa memiliki hampir 120 karyawan didalam pabrikasinya dan beroperasi mulai dari pukul 07.30 pagi sampai pukul 16.00 sore. Data produksi PT. Dian Megah Indo selama tiga bulan terakhir dari mesin *Injection Molding*. Berikut ini adalah tabel produksi bulan Januari 2018 dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Data Rekapitulasi Produksi Bulan Januari 2018

Data Rekapitulasi Produksi Bulan Januari 2018						
No	Nama Mesin	Rata- Rata Produksi (Unit)	Target Produksi (Unit)	Ideal Cycle Time (Hour)	Actual Cycle Time (Hour)	Rata- Rata Reject (Unit)
1	Mesin A	3846	4693	0,0307	0,0374	179
2	Mesin B	314	467	0,3084	0,4581	81
3	Mesin C	3726	4778	0,0301	0,0386	371
4	Mesin D	1907	2288	0,0629	0,0755	172
5	Mesin E	1132	1635	0,0881	0,1272	79
6	Mesin F	756	901	0,1599	0,1905	53
7	Mesin G	425	639	0,2254	0,3386	30
8	Mesin H	589	820	0,1756	0,2445	64
9	Mesin I	1004	1179	0,1222	0,1435	154
10	Mesin J	1474	1674	0,1147	0,1303	216
11	Mesin K	7366	8691	0,0166	0,0196	770
12	Mesin L	1363	1870	0,1027	0,1409	137
13	Mesin M	715	771	0,1868	0,2014	92
14	Mesin N	785	960	0,1999	0,2447	86
15	Mesin O	940	1024	0,1876	0,2043	135
16	Mesin P	851	1031	0,1862	0,2256	71
17	Mesin Q	1515	1841	0,0782	0,095	116
18	Mesin R	4502	5032	0,0382	0,0427	317
19	Mesin S	905	1211	0,1586	0,2123	68
20	Mesin T	1859	2462	0,078	0,1033	102
21	Mesin U	1030	1132	0,1696	0,1865	98
22	Mesin V	625	1189	0,0807	0,1536	64
23	Mesin W	1095	1305	0,0736	0,0877	99
24	Mesin X	811	1080	0,1333	0,1776	53
25	Mesin Y	9295	10326	0,0093	0,0103	649
26	Mesin Z	1680	2089	0,0919	0,1143	108
27	Mesin Aa	478	490	0,098	0,1004	45
28	Mesin Ab	3653	3954	0,0121	0,0131	276

4.2 Pengolahan Data

a) Overall Equipment Effectiveness

Berikut ini merupakan perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) pada mesin *Injection Molding* di bulan Januari, Februari dan Maret yang didalamnya terdapat *availability* yang mana merupakan bagian dari perhitungan OEE. Data yang digunakan untuk menentukan nilai *availability* meliputi *loading time*, *downtime* dan *operation time*.

Loading time didapat dari waktu mesin berjalan 8 Jam dikali dengan jumlah hari selama mesin menyala dalam satu bulan. *Total Downtime* didapatkan dari data waktu *breakdown* ditambah dengan data waktu perbaikan dan *set up time* yang ada pada tabel 4.4. – 4.23 mengenai *breakdown* dan perbaikan mesin *Injection Molding* selama bulan Januari, Februari dan Maret. *Operation time* diperoleh dari hasil pengurangan *loading time* dengan *downtime*.

ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOLDING
DI BAGIAN PRODUKSI PT. DIAN MEGAH INDO PERKASA MENGGUNAKAN METODE OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN FAULT TREE ANALYSIS

$Availability = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\%$ maka nilai *availability* untuk Mesin A pada bulan Januari

yaitu $availability = \frac{140,5}{144} \times 100\% = 0.9756 \times 100\% = 97.6\%$

Tabel 4.39 Nilai Rata-Rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin *Injection Molding* Periode

Januari 2018 – Maret 2018

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Januari	96,79%	80,95%	90,29%	70,83%
Februari	95,30%	85,98%	90,55%	74,25%
Maret	96,52%	87,91%	92,55%	78,66%

b) *Six Big Losses*

Kegagalan mesin dalam melakukan proses produksi atau yang biasa disebut dengan *breakdown* secara mendadak dan tidak diharapkan terjadi merupakan penyebab kerugian yang nampak jelas, karena *breakdown* atau kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak dapat menghasilkan output produk. Berikut merupakan besarnya efektifitas mesin yang hilang akibat *equipment failure* atau *breakdown losses*:

$Breakdown Losses = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$ maka nilai *breakdown losses* untuk Mesin A pada bulan Januari yaitu:

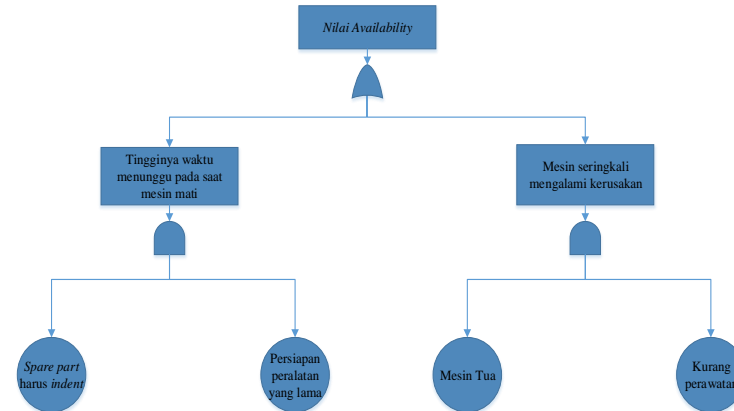
$Breakdown Losses = \left(\frac{3,55}{144} \times 100\% \right) = 2,43\%$.

Tabel 4.58 Nilai Rata-Rata *Six Big Losses* Mesin *Injection Molding* Periode Januari 2018 – Maret 2018

<i>Breakdown Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	<i>Reduced Speed Losses</i>	<i>Defect in Process Losses</i>	<i>Reduced Yield Losses</i>
2,55 %	1,25 %	15,05%	15,05%	7,48%	0,00%

c) *Fault Tree Analysis*

Fault tree analysis adalah suatu diagram yang biasa digunakan untuk mendeteksi adanya gejala suatu permasalahan guna mengetahui akar penyebab dari permasalahan tersebut. Pada gambar 4.11 merupakan *Fault Tree Analysis* pada *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* berdasarkan data yang ada pada bulan Januari 2018 sampai dengan Maret 2018.



Gambar 4.11. *Fault Tree Analysis Availability*

5 Analisis

5.1 Analisis Perhitungan OEE

Analisis perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) dilakukan untuk dapat melihat tingkat efektifitas penggunaan mesin injection molding selama periode Januari 2018 – Maret 2018. Perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) didapatkan dari nilai *availability* yaitu ketersediaan mesin, nilai *performance* yaitu kinerja mesin dan nilai *quality* yaitu mutu atau kualitas produk.

Nilai rata-rata dari *overall equipment effectiveness* (OEE) selama periode Januari 2018 sebesar 70,83% dengan nilai *availability* sebesar 96,79%, nilai *performance* sebesar 80,95% dan nilai *quality* sebesar 90,29%. Demikian pula untuk nilai rata-rata dari *overall equipment effectiveness* (OEE) selama periode Februari 2018 sebesar 74,25% dengan nilai *availability* sebesar 95,30%, nilai *performance* sebesar 85,98% dan nilai *quality* sebesar 90,55%. Sedangkan untuk nilai rata-rata dari *overall equipment effectiveness* (OEE) selama periode Maret 2018 sebesar 78,66% dengan nilai *availability* sebesar 96,52%, nilai *performance* sebesar 87,91% dan nilai *quality* sebesar 92,55%. Hal ini masih jauh dari keadaan ideal OEE yaitu diatas 85%. Akan tetapi dapat dilihat bahwa pada setiap periodenya nilai *performance* dan *quality* telah mengalami peningkatan yang artinya kinerja mesin dan kualitas produk telah membaik.

6 Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Setelah mengetahui nilai dari *overall equipment failure* (OEE), nilai *six big losses* dan merancang *fault tree analysis*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dari OEE pada mesin injection molding selama periode Januari 2018 sampai dengan Maret 2018 diperoleh nilai rata-rata *overall equipment failure* (OEE) berkisar antara 70,83% sampai dengan 78,66%. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas mesin injection molding dalam proses produksi atau pencapaian target masih belum dalam kondisi yang ideal yaitu lebih dari 85%.
2. Nilai *breakdown losses* yang didapatkan pada periode Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 2,55%. Nilai ini muncul karena adanya kerusakan yang menyebabkan mesin mati secara tiba-tiba.
3. Nilai *setup and adjustment losses* yang didapatkan pada periode Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 1,25% atau sama dengan 8 menit. Nilai ini disebut telah memenuhi target waktu *setup and adjustment* yaitu kurang dari 10 menit.
4. Nilai *idling and minor stoppages losses* yang didapatkan pada periode Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 15,05%. Nilai ini muncul karena kurangnya pengecekan saat sebelum produksi atau saat proses produksi sedang berlangsung.
5. Nilai *reduced speed losses* yang didapatkan pada periode Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 15,05%. Tingginya nilai ini disebabkan oleh tidak adanya jadwal pembersihan rutin dan kurangnya pemberian pelumas.
6. Nilai *defect in process losses* yang didapatkan pada periode Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 7,48%. Tinggi nilai ini disebabkan oleh kesalahan pada warna dan juga karena *temperature* yang tidak sesuai.
7. Nilai *reduced yield losses* yang didapatkan pada periode Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 0,00% karena tidak adanya scrap pada proses produksi periode Januari 2018 sampai dengan Maret 2018.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka peneliti dapat memberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan. Berikut saran yang dapat disampaikan oleh peneliti yaitu:

1. Selalu menyiapkan cadangan *spare part* sehingga lamanya waktu menunggu ketika mesin mati dapat berkurang.

2. Selalu melakukan pengecekan mesin sebelum memulai proses produksi dan saat proses produksi sedang berlangsung.
3. Diharapkan agar semua operator bisa lebih cermat dalam melakukan settingan awal mesin sehingga tidak terjadi kesalahan yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.
4. Diharapkan agar semua operator dapat melihat dan mengikuti standar operasional prosedur penggunaan mesin injection molding yang telah ditetapkan sebelum mengoperasikan mesin.

7 Daftar Pustaka

- [1] S. Boris, *Total Productive Maintenance*, vol. 53, no. 9. 2006.
- [2] S. Nakajima, *Introduction to TPM Total Productive Maintenance*,. Cambridge: Productivity Press, Inc, 1998.
- [3] C. E.Ebeling, *An Intoduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York, 1997.
- [4] T. D. T. I. UNIKOM, *Pengenalan Teknik Industri Untuk Wirausahawan Muda*. Bandung: Rekaya Sains, 2014.
- [5] A. Sailendra, *Langkah-Langkah Praktis Membuat SOP*. Jakarta: Trans Idea, 2015.
- [6] H. Suliantoro, N. Susanto, H. Prastawa, I. Sihombing, and M. Anita, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng," vol. 12, no. 2, pp. 105–118, 2017.
- [7] D. Alvira, Y. Helianty, and H. Prassetiyo, "Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses *," *Itenas Bandung*, vol. 03, no. 03, pp. 240–251, 2015.